

電子タグ導入における効率と効果：シミュレーションによる意思決定支援

著者	三輪 冠奈
雑誌名	名古屋学院大学論集 社会科学篇
巻	46
号	3
ページ	119-133
発行年	2010-01-31
URL	http://doi.org/10.15012/00000259

電子タグ導入における効率と効果

——シミュレーションによる意思決定支援——

三 輪 冠 奈

1 緒言

本論文では、小売店を対象にして、電子(IC)タグ¹⁾導入における効率と効果について、シミュレーション実験により検証する。2003年度から経済産業省では情報政策として、電子タグ・電子商取引を促進している。電子タグ実証実験では、GMS(総合スーパー)、百貨店、ファッションアパレル、食品スーパーマーケット、コンビニエンスストアなどの業種が参加しており、導入における課題に取り組んでいる。しかし、実証実験を幾度も行うには、膨大な時間とコストがかかる。本研究では、実証実験後のさらなる検証において、小売店のシミュレーションモデルを構築し、電子タグを導入した際に考えられる問題点について実験を行うことにより検証する。そして、実際の店舗における電子タグ導入の効率と効果についても言及し、意思決定における実務上での有用性も考察する。

2 対象とする小売店

2.1 コンビニエンスストアの情報システム

本研究で対象とする小売店はコンビニエンスストアのファミリーマートである。コンビニエンスストアの情報システムは、店舗、データセンター、本部のシステムから構成されており、高度な情報システムが構築および活用がされている。ファミリーマートの店舗内システムは、

POS(Point of Sales)(販売時点情報管理)システムとして、店頭に設置されたPOSレジと、バックヤードに置くストア・コントローラーで構成されている。また、商品の納入時に検品を行うための検品端末(MAT)や、店内での発注を行うことのできるノート型の発注端末(SAT)が利用されている。

現在のファミリーマートの情報システムは、2006年6月から導入している第3世代店舗システムが稼動中である²⁾。本部と店舗を結ぶブロードバンド・ネットワークにより、大量のデータを送ることが可能となり、店舗から本部に送られたデータは毎日集計分析され、翌朝には店舗指導員(スーパーバイザー)³⁾による確認が可能となっている。店舗指導員は、この膨大なデータを元に店舗指導や商圈分析、競合分析を行い、ブロードバンドで送られた情報から取捨選択する「情報の目利き」としての役割も担っている⁴⁾。

また、DCM(デマンドチェーンマネジメント)システムを強化するため、センター在庫や販売実績などのデータを、DCMを通じて取引先にいち早く提供している⁵⁾。ブロードバンドにより、店舗が送信した発注データや販売実績を瞬時に集計し、取引先に順次開示している。

2.2 POSデータとその活用

POSシステムで蓄積されているデータは、顧客が商品を購入した際の売上データや納品予

定データ、廃棄データなどである。項目の詳細については、情報分析取得データ一覧を表1に示す。これらのPOSデータは、各店舗での発注、在庫管理等において、店舗指導員のアドバイスに活用されている。

POSシステムにより店舗で得たPOSデータの流れを図1に示す。店舗では、購入者ごとにPOSレジで集計されたデータが蓄積されており、店内LANにより、ストア・コンピュータへ送られる。毎日0:00にストア・コンピュータで閉店処理が行われ、0:40から1:30の間にデータセンターへと全店のデータが送られる。1:30から3:30には、データセンターで、収集された取引データの二次分析が行われ、3:30から6:30には、実績更新処理がなされる。よって、翌日の8:00にはエリア事業部での店舗指導員のパソコンでPOS支援情報が参照可能になっている。

田嶋（2001）は、POSは、データ分析とそれを小売店意思決定に反映させることによって、「効果性追求」の技術革新としても位置付けることができるとしている。POSデータの活用は、経営の効率性と店舗・売場の効果性追求を課題としており、オペレーション上のデータ活用が効率性を追求するのに対し、マーチャンダイジング、ISM（インストアマーチャンダイジング）におけるデータの活用は効果性を追求とするのが基本としている。オペレーショナルな効率化に限定して考えがちであるが、効率化はいずれ限界に達することは明らかであり、競合店との差別化優位性をいかに保てるかが、効果性の優劣の問題となるため、売場の効果性追求にPOSデータをどう使うのかがむしろ重要であるとしている。

本研究では、小売店で電子タグを導入した際に、POSデータを活用したシミュレーション

モデルにより、オペレーショナルな効率性として会計時の効率性を定量的に測定し、電子タグ導入時における意思決定に反映させることを目的とする。さらに売場の効果性の追求として、客の嫌うレジの待ち時間を減少させることを目的に、シミュレーション結果を考察する。

表1 情報分析取得データ一覧

主なデータの種類	主な取得項目
納品予定データ	納品予定日、店舗、店着証明バーコード、商品、納品予定数量、売価単価、原価単価、納品売価、納品原価
売上データ	売上日、店舗、レジ、取引番号、売上時刻、明細番号、客層、商品、PLUコード、取引種別、口座、売上数量、売上金額、支払方法、会員番号
廃棄データ	廃棄日、店舗、商品、廃棄時刻、廃棄数量、売価単価、原価単価、廃棄売価、廃棄原価
欠品データ	分析日、店舗、商品、納品数、繰越数、販売数、廃棄数、欠品時刻、欠品時間、最終販売時刻
精算データ	精算日、店舗、口座、精算金額（税抜き）、精算金額（税込み）、客数
仕入データ	検収日、店舗、伝票番号、伝票種別、商品、品群番、原価単価、売価単価、仕入売価、仕入原価
代行収納データ	取引日、店舗、レジ、取引番号、取引時刻、収納金額
Suica データ	売上日、店舗、レジ、取引番号、売上時刻、売上金額、Suica 利用金額

電子タグ導入における効率と効果

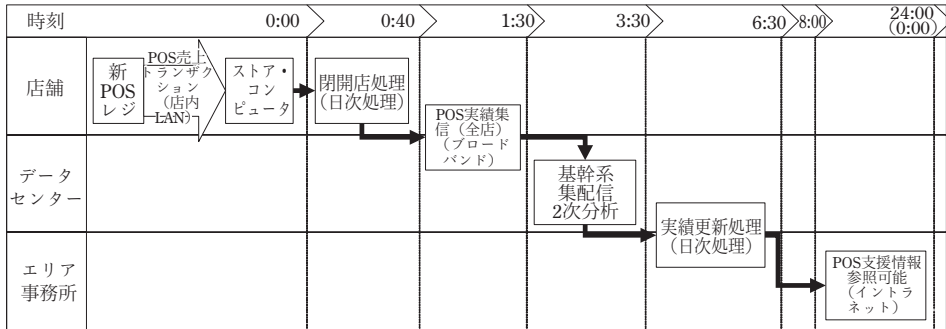


図1 POSデータの流れ

3 電子タグ

3.1 電子タグと政策

経済産業省は、2003年度から電子タグ利活用のための必要な施策として、産業界における電子タグの実証実験を実施した。2004年度には7事業分野での実証実験が実施されており、2005年度では8つのプロジェクト、2006年度には6つのプロジェクトが実施された。2003年度から2007年度の詳細内容を表2に示す。特に、流通業界で実施された電子タグ実験の内容を表3に示す。さまざまな分野での実証実験により、電子タグの効率化などの有効性や課題が指摘されている。

電子タグを普及させるためには、安価な電子タグが必要となる。2004年度からは、高品質かつ安価なUHF帯用無線タグを開発する『響プロジェクト』が開始され、2年間（2004年8月～2006年7月末）実施された。開発の目標は、「数十円～数百円」のUHF帯電子タグを、月産1億個の条件のもと、価格5円まで下げることと、国際標準準拠の電子タグの国内外需要に応えるための安定供給体制を構築することである（経済産業省、2006b）。RFID市場規模推移総計によれば、2008年度のRFID（非接触ICカード、タグ、チップ・インレット）の市場規模

は、2007年比で出荷金額6.8%増の199億円であり、出荷枚数は168万枚であった（日本自動認識協会、2009）。電子タグの普及が期待よりも遅れているが、価格低下が実現されれば、さらなる市場規模拡大が期待できる。一方で、次世代電子商取引推進協議会（2009）によれば2007年でのUHF帯の電子タグの平均価格は71円であり、響プロジェクトの目標である低価格化を達成するには、さらなる市場規模拡大が必要である。取扱商品が非常に多いコンビニエンスストアでの電子タグ導入が可能となれば、市場規模拡大にも価格低下にも大きく貢献することとなる。

3.2 コンビニエンスストアでの実証実験

2006年2月8日から24日の17日間、伊藤忠商本社ビルの1階にあるファミリーマートカウンターに新型のレジ「EXPRESS (POS)」と呼ばれるレジが設置され、電子タグ利活用の実証実験が行われた⁶⁾。カウンターのトレーに買い物かごを置くと、かごの中にある電子タグの貼り付けられた商品の情報を瞬時に読み取って品名と価格を表示することができるものである。さらに、電子マネー「Suica」のカードを読み取り機にかざすことで支払いも完了する。商品には電子タグの取り付けられた2センチ角

表2 電子タグ実証実験の事例（2003年度から2007年度）

平成15年度 (2003) 4業界 の電子タグ実 証実験	1	家電業界	
	2	アパレル業界	
	3	出版業界	
	4	食品流通業界	
平成16年度 (2004) 7事業 分野の電子タ グ実証実験	1	建設機械業界・産業車両業界・農業機械業界	
	2	出版業界	
	3	家電製品業界, 電子部品・電子機器業界	
	4	医薬品業界	
	5	百貨店	
	6	物流業界	
	7	レコード業界, DVD・CD業界	
平成17年度 (2005) 8事業 分野の電子タ グ実証実験	1		電子・電機業界における電子タグを活用したトータルトレーサビリティ実証実験
	2	産業構造改革型	医療品業界における電子タグ実証実験
	3		自衛隊の国際平和協力活動における補給業務での電子タグ利活用検討のための実証実験
	4	新産業創造型	電子タグを活用した自律動作型サービスロボットによる商店街での実証実験
	5	産業間連携型	メディアコンテンツ（出版および音楽・映像ソフト）業界における電子タグ実用化に向けた複合店舗を中心とした連携実証実験
	6		未来型店舗サービス実現のための電子タグ実証実験事業（GMS, 百貨店, ファッションアパレル専門チェーン店, 食品スーパーマーケット, コンビニエンスストア実証実験）
	7	国際連携型	電子タグを利用した ASEAN リターンブル・コンテナ（通い箱）実証プロジェクト
	8		日中韓サプライチェーンにおける電子タグ利活用実証実験
平成18年度 (2006) 電子 タグ実証実験	1	国際標準・国際連携推進	国際標準及び国際連携推進のための電子タグ実証実験
	2	マルチコード相互運用	マルチコード相互運用電子タグ実証実験
平成18年度 (2006) 電子 タグ活用による流通・物流の効率化実証実験	3	EPCglobal-TLS IAG Pilot	（流通システム標準化事業）データキャリアの国際標準化事業
	4	家電業界	電子タグを活用した家電業界における物流・金流の高度情報活用実証実験
	5	コンビニ業界	コンビニエンスストアにおけるソースタギングを起点とした電子タグ活用に関する実証実験
	6	出版業界	電子タグを活用した大量流通・責任販売制における流通の効率化実証実験
	7	総合スーパー（消費財）業界	消費財流通高度化のための電子タグ実証実験事業
	8	百貨店業界	百貨店業界における電子タグ活用拡大実証実験
	9	アパレル業界	日中間におけるアパレル国際物流における企業間サプライチェーン実証実験
平成19年度 (2007) 電子 タグ実証実験	1	医療分野における電子タグ利活用のための実証実験	
	2	航空機産業における部品ライフサイクルに関する電子タグ活用実証実験	
	3	日配品分野等における物流クレート共有化に関する電子タグ実証実験	
	4	EPCglobal TLS Global Pilot Tset 国際物流における電子タグ実証実験	
	5	電子タグの利活用による製品安全制度構築のための実証実験	

実証実験報告書を参考に著者作成

表3 流通業界で実施された電子タグの実証実験

実験場所	実施機関	概要
三越銀座店	1月31日～ 2月13日	婦人用的高级ジーンズにICタグを装着。店内に設置した表示装置や情報端末を使って、来店者に在庫情報や商品情報を提供。
ジャスコ八千代 緑が丘店	2月6日～ 3月12日	生鮮食品などの陳列棚にICタグを装着。ICタグの読み取り機を搭載する買い物カートのモニター画面に、お勧めのレシピなどの販売促進情報を表示。
東京都の中央卸売市場など	2月7日～ 9日	キャベツなどの生鮮食品の生産地で、ICタグを輸送用段ボール箱に装着。卸売業者などが検品する時、ICタグの読み取り機を搭載した物流端末で商品情報などを一括読み取りできるようにした。
TSUTAYA 新橋店など	2月17日～ 21日	DVDソフトにICタグを装着。顧客が棚の上に置かれたDVDソフトを手にとると、そのソフトに関連する書籍が置いてある点何の場所を棚の横に設置したモニター画面に表示。
洋服の青山 池袋店など	3月9日～ 15日	紳士服の生産工場で個々の服にICタグを装着。物流拠点などで検品作業をする時、商品情報や工場番号、物流経路の情報などを一括読み取りできるようにした。
福島県末廣酒造など	3月27日～ 4月10日	日本酒の瓶を入れた段ボール箱に温度センサー機能を備えるICタグを装着。輸送用の冷蔵トラックに設置した端末が温度情報を読み取って情報センターに転送。荷主はインターネット経由で輸送中の棚の温度管理状況を把握できる。

出典：日経ビジネス 2006年4月3日号，pp162

のシールが貼り付けられており、その電子タグから情報を読み取っている。実際に利用されたEXPRESS (POS) レジと電子タグが装着されたおにぎりの写真を、図2と図3に示す。

実証実験期間中の3日間に、清算時間についてストップウォッチで計測された。計測されたレジでの作業は、「電子タグの商品登録」「電子マネー決済」、「レシート発行」、「タグ剥がし」、「商品袋詰め」、「箸・スプーン入れ」、「レシート渡し」である。実験結果によれば、従来型のレジでは30秒以上かかっていた清算時間が、電子タグのPOSレジ利用により、14秒程度までに短縮することができた⁷⁾。コンビニエンスストアにおける電子タグの活用では、レジの処理能力の向上により、レジでの待ち時間を短縮できることや、レジ台数が減少することで商品陳列のスペースが増加できること、または混雑

するエリアのスペースを拡大させるなど、店舗改善案が考えられる。



図2 EXPRESS (POS) レジ



図3 電子タグが貼られたおにぎり

3.3 電子タグ導入における課題

経済産業省（2006a）による実証実験の結果報告書では、コンビニエンスストアでの電子タグの活用は、コスト、技術、オペレーションなどにおけるいくつかの理由から導入の検討が進んでいないとしている。その詳細は次の通りである。

- ・商品単価が安く、電子タグのコスト吸収が難しいこと。
- ・多種多様な形状、パッケージ素材の商品があり、安定した通信を確保するのが難しいこと。
- ・広い温度帯へ対応する必要がある、また、電子レンジ使用なども考慮すると電子タグ導入の技術的課題が極めて幅広いこと。
- ・小さな商品も多く、アンテナ部分を含めた電子タグの大きさに制約があること。
- ・大量の日販品への電子タグを装着することが物理的に困難であること。
- ・JANコード対応の既存システムが活用されており、電子タグ活用のためには新たなシステム構築が必要となること。
- ・日常的な商品を取り扱っており、極めて大量の商品への電子タグ装着となり、環境負荷を十分に考慮する必要があること。

コンビニエンスストアにおける電子タグ導入のための課題は、店舗レベルでの活用をするためには、第一に電子タグ自体のコストダウンが必要である。さらに、電子タグに対応したシステムを導入するためのコストも同様に考慮しなければならない。また、実証実験では、物流センターでの装着作業が行われたが、大量の商品にタグを装着するための作業などの手間がかかるため、商品流通のどの場面で装着するかも大きな問題となる。加えて、電子タグ自体の負担コストをメーカーか、物流センターか、小売店か、どこで負担するかも問題となる。

4 シミュレーションによる検証

4.1 電子タグとシミュレーション

電子タグ活用の実証実験の結果をふまえ、導入するためには今後さらなる検証が必要と考えられる。しかし、実証実験を何回も実施するには膨大な時間とコストがかかる。よって、実証実験から得た結果および課題に基づいて、POSデータとシミュレーションモデルを活用することにより検証することは有効な手法となる。シミュレーションモデルを構築し、実際の店舗において、電子タグを導入した際に考えられるいくつかのシナリオについて検証を行う。

4.2 シミュレーションモデル

ファミリーマートでは、店舗で収集される主なPOSデータには、「売上合計」、「売上詳細」、「納品予定明細」、「廃棄明細」の4種類のファイルがある。POSデータを即座に利用できるよう、これらのファイルに格納されたPOSデータを利用し、顧客の様子を示す店舗内シミュレーションモデルを構築する。シミュレーションモデルは、シミュレーションソフトArenaを

電子タグ導入における効率と効果

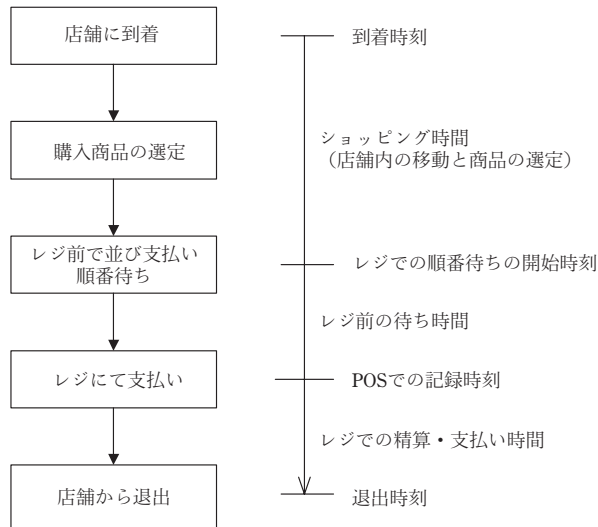


図4 小売店における顧客行動

用いて構築した⁸⁾。店舗レベルでのシミュレーション実験を可能とするためには、既存のPOSデータに複雑な加工をせずに手軽にシミュレーションを実行できることが必要である。

顧客の店内での行動の流れを図4に示す。顧客は店に入り、商品を購入するためにその商品が配置されたエリアへ向かい商品を選定する。商品が選定された後、清算のためにレジの列に並び、支払いを済まして店をでる。

モデル化の際、POSデータには、レジで支払いした時刻しか記録されないため、顧客が店へ到着した時刻や購入する商品を選定する時間、場所を移動していた時間や清算にかかる時間を推測する必要がある。選定時間と移動時間、スキャン時間と支払および袋詰め時間は調査を行い推定した。

さらに、清算の流れは、顧客が商品を台に置き、店員により商品がスキャンされた後、支払いがなされ、商品が袋詰めされた後に、袋が手渡される。ここで、電子タグを導入した場合では、店員の行動の違いは図5に示すように、商品のひとつひとつスキャンする必要がなくなる

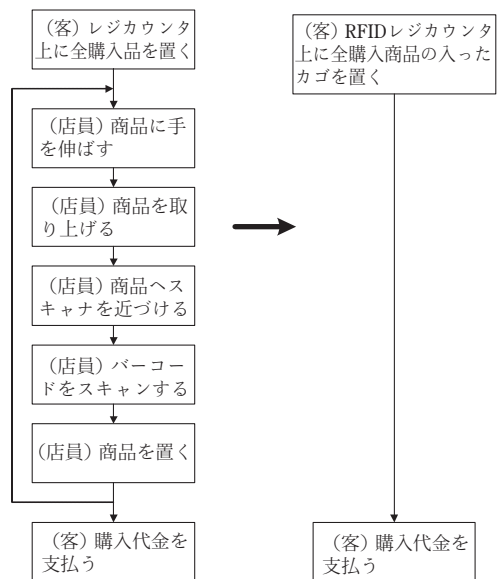


図5 ICタグ導入における清算時の変化

ことで、作業の時間を短縮することができる。

店内は、図6に示したように、エリアを30箇所に分け、エリア間の移動頻度やエリアの混雑度も測定可能である。店内に配置されている商品数は2000種類以上あり、その商品分類は最大990分類に設定することができる。各商品は商品群番号が割り当てられており、商品群番

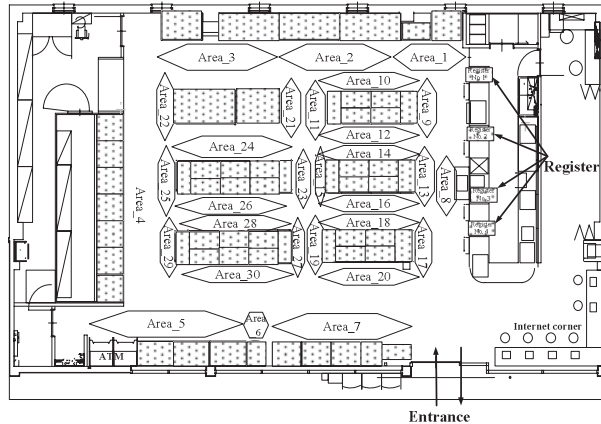


図 6 店舗平面図

表 4 パラメータと使用するファイル

名前	パラメータ
到着時刻	販売時点時刻－（選定時間 *n + 移動時間 *(n+2))
移動時間	7 + WIBE(14.9, 0.908)
選定時間	0.999 + EXPO(23.4)
スキャン時間	TRIA(1, 2.425*n+0.03, 2.425*n+0.03+3*3.17)
支払および袋詰め時間	TRIA(7, 6.758*tn+14.762, 6.758*n+14.762+3*9.31)
電子タグ利用時の清算時間	TRIA(13.2, 13.7, 17.8)
n：購入商品数, WIBE；ワイブ分布, EXPO；指数分布, TRIA；三角分布	
名前	POS データのファイル名
顧客番号	売上合計
販売時点時刻	売上合計
顧客層	売上合計
総販売商品数	売上合計
商品群 ID	売上詳細
販売商品数	売上詳細
エリア	ファイル名
商品群 ID のエリア番号	商品群とエリア

号によってエリアの場所を設定している。商品の棚割りや配置を変更した場合はその「商品群とエリア」のファイルを更新する。

シミュレーションモデルで設定するパラメータおよび使用する POS データのファイル名とエリア設定のファイル名を表 4 に示す。電子タグ活用時の会計時間は、3.2 項で述べた実証実験の結果から推定する。

4.3 応用例

N 店は、7:00 から 23:00 まで営業しており、大学構内にある店舗である。よって、1 日の客数は学生が多い平日に集中しており、休日と比較して 2 倍ほどになる。客層は、学生が大半を占め、20 代男性が半数以上を占めている。

時間帯別の客数は、図 7 に示すように、講義時間帯の前後の休憩時間および昼休み（12 時

電子タグ導入における効率と効果

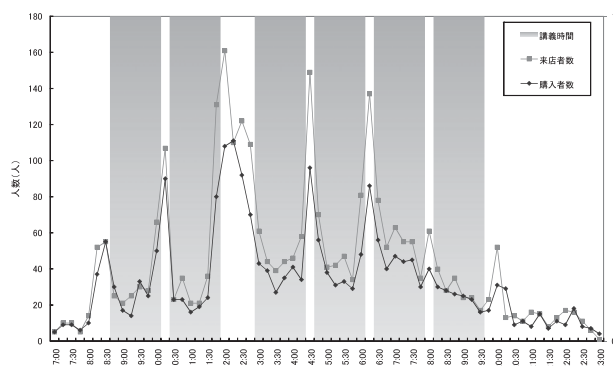


図7 時間帯別客数（来店者数と購入者数）

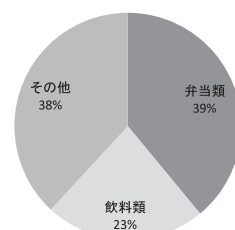


図8 売上高に占める分類内訳（2008年1月）

表5 品群別売上ランキング（2008年1月）

ランク	品群番名称	売上高合計 (¥)	売上高に占める 比率 (%)
1	フライヤー中華まん FF	1,598,056	9.67
2	おむすび, 寿司, 弁当 1	1,482,981	8.98
3	おむすび, 寿司, 弁当 2	1,482,981	8.98
4	スープ, パスタ, おつまみ惣菜, チルド, パック惣菜	1,323,021	8.01
5	チルド飲料	858,962	5.20
6	Hot Drink	774,914	4.69
7	サンドウィッチ, パスタ, 洋・中華惣菜	656,545	3.97
8	コーヒー, 紅茶	461,857	2.80
9	菓子パン・惣菜パン 1	431,300	2.61
10	菓子パン・惣菜パン 2	431,300	2.61
：	：	：	：
Total		16,519,871	

から13時）に集中する。特に昼休みには、4台設置された各レジに10人以上並ぶような混雑が見られる。平日の12時から13時の1時間の昼休みは、売上高の20%近くを占めるほど、客が集中する時間帯である。来店者数とPOSデータから得られた購入者数から、混雑時である昼休みには、店に入っても何も購入しないで店をでていく未購入者数の割合は、ほかの時間帯と比べて高いこともわかる（図7参照）。その理由として、昼休みにはレジ待ちの時間が大変長いことや、購入者が集中する弁当売り場がレジ待ちの列と重なっていることもあり、非常

に激しい混雑になることが考えられる。

図8に示すように、売上の内訳については、弁当類、飲料類、その他と分類した場合、弁当類と飲料類で売上の6割以上を占めている。表5の売上ランキングからは、食品、飲料の商品群に人気商品が集中していることがわかる。このことから、N店では、昼休みの1時間にいか

4.4 シナリオとシミュレーション実験

実際のPOSデータを利用し、12時から13時

の1時間について、実験を行った。本研究では、電子タグ導入時におけるレジ待ち時間やレジ稼働率、エリア混雑度などを測定した。

実験では、3つに分けてシナリオを考える。実験1では、オペレーショナルな効率として、電子タグを導入することによる効率性に着目し、電子タグ対応レジの導入台数による客の待ち時間の減少について検証する。

現状では店舗に入っても店舗を出てしまうケースがあり、特に混雑時にその割合が高い。これは、レジ待ちや混雑が影響していることが考えられる。よって、実験2では、混雑の解消により期待される顧客増大を見込み、その場合に対応可能な顧客数を検証し、売上高への影響も検証する。

実験3では、電子タグ導入の課題として3.3項に示したように、電子タグを全商品へ導入することは大変負担があることから、一部の商品にのみ電子タグを装着した場合の効果について検証する。購入頻度の高い商品である弁当類の商品と飲料類の商品に電子タグを装着したシナリオを考える。この場合、電子タグを装着した商品のみを購入した客は、電子タグ専用のレジを利用し、その他の商品を購入した客は、通常のレジを使用する。一部商品のみに電子タグを装着した場合でも、効果を上げることが可能かを検証する。さらに、電子タグを装着する商品を変化させ、その場合に電子タグ対応可能な必要レジ台数も検証する。

実験におけるシナリオ内容の詳細を表6に示

表6 シナリオ内容

	シナリオ名	電子タグの 装着商品	電子タグ対応可能レジ台 数（レジ台数は常に4台 設置とする）	客数（現状の客数を1と した場合）
実験1	シナリオ 1_1	全商品	0台	1
	シナリオ 1_2		1台	
	シナリオ 1_3		2台	
	シナリオ 1_4		3台	
	シナリオ 1_5		4台	
実験2	シナリオ 2_1	全商品	4台	1
	シナリオ 2_2		4台	1.1
	シナリオ 2_3		4台	1.2
	シナリオ 2_4		4台	1.3
	シナリオ 2_5		4台	1.4
	シナリオ 2_6		4台	1.5
	シナリオ 2_7		4台	1.6
実験3	シナリオ 3_1	一部商品（弁当類 ＋飲料類）	1台	1
	シナリオ 3_2		2台	
	シナリオ 3_3		3台	
	シナリオ 3_4	一部商品（弁当類）	1台	1
	シナリオ 3_5		2台	
	シナリオ 3_6		3台	
	シナリオ 3_7	一部商品（飲料類）	1台	1
	シナリオ 3_8		2台	
	シナリオ 3_9		3台	



図9 アニメーションの様子

表7 実験1の結果（平均待ち時間）

	シナリオ 1_1 (0 台)	シナリオ 1_2 (1 台)	シナリオ 1_3 (3 台)	シナリオ 1_4 (3 台)	シナリオ 1_5 (4 台)
レジ1待ち時間(秒)	124.05	5.28	5.29	5.68	5.00
レジ2待ち時間(秒)	25.81	29.21	3.95	3.15	3.54
レジ3待ち時間(秒)	21.79	20.50	21.79	3.32	2.58
レジ4待ち時間(秒)	46.80	44.78	37.16	38.17	3.58
合計	218.46	99.77	68.19	50.31	14.70

す。実験1では、全商品に電子タグが装着されていると仮定し、電子タグ対応可能なレジ台数を変化させる（0～4台）。ここでは、平均待ち時間の減少について具体的数値を得る。実験2では、全商品に電子タグが装着されていると仮定し、4台すべてが電子タグ対応可能なレジとして、客数を増加させる（1～1.6倍）。どの程度の客増加に対応可かを検証し、さらに売上高や混雑度についても検証する。最後に実験3では、一部の商品（弁当類と飲料類）のみに電子タグが装着されていると仮定し、電子タグ専用のレジ台数を変化させる（1～3台）。加えて、電子タグを装着した商品群を変化させた場合に、必要なレジ台数を検証する。

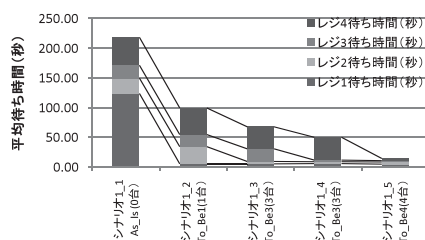


図10 実験1の結果（平均待ち時間）

4.5 実験結果と考察

アニメーションの様子を図9に示す。実験では、昼の最も混雑する時間帯である12時から13時の1時間についての結果を表示する。

4.5.1 実験1の結果

実験1の結果として、平均待ち時間を表7と図10に示す。シナリオ 1_1とシナリオ 1_5を比較すると、電子タグ対応レジ台数を増加させることで平均待ち時間を、現状の218.46秒か

ら14.70秒へ93%も減少させることが可能である。

4.5.2 実験2の結果

実験2の平均待ち時間の結果を図11と表8に示す。待ち時間は、客増加によって増加するが、1.6倍となった場合でも、平均待ち時間は10秒～13秒程度である。平均売上高は、現状と比較して1.44倍となっている。この結果より、さらなる客増加にも対応可能であることが予測されるが、一方で店内の混雑度にも着目しなければならない。図12では、エリアごとの混雑度を示している（エリアは図6参照）。店舗奥

のエリアは、売上の多い弁当類があり、さらにレジに並ぶ列と重なるため大変混雑する。店舗内は混雑度に変化偏りがあり、混雑度の高いエリアが接近している場合や、レジの並ぶ列に重

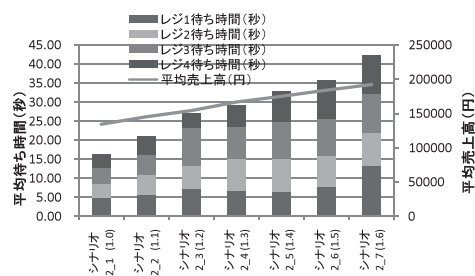


図 11 実験 2 の結果(平均待ち時間と売上高)

表 8 実験 2 の結果
(平均待ち時間と稼働率と売上高)

	シナリオ 2_1	シナリオ 2_2	シナリオ 2_3	シナリオ 2_4	シナリオ 2_5	シナリオ 2_6	シナリオ 2_7
レジ 1 待ち時間(秒)	4.89	5.60	7.16	6.54	6.41	7.71	13.12
レジ 2 待ち時間(秒)	3.71	5.18	6.05	8.57	8.74	8.34	8.82
レジ 3 待ち時間(秒)	4.01	5.48	9.99	8.35	9.54	9.53	10.19
レジ 4 待ち時間(秒)	3.67	4.70	3.82	5.72	8.19	10.07	10.25
レジ 1 稼働率	0.39	0.43	0.43	0.46	0.50	0.53	0.58
レジ 2 稼働率	0.35	0.39	0.45	0.48	0.49	0.54	0.59
レジ 3 稼働率	0.35	0.41	0.46	0.51	0.51	0.54	0.57
レジ 4 稼働率	0.38	0.39	0.41	0.45	0.49	0.54	0.58
対応顧客数 (人)	355	388	422	459	482	518	558
平均売上高 (円)	133944	144831	154163	166763	174962	183813	192278
売上比	1.00	1.08	1.15	1.25	1.31	1.37	1.44

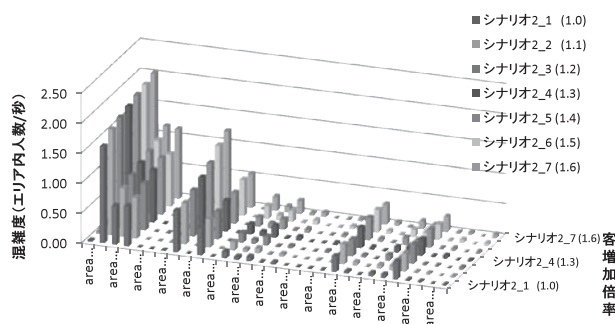


図 12 実験 2 の結果
(混雑度 (エリア内人数 / 秒) の変化)

なる場合もあるため、混雑度を緩和するためには商品配置を考慮する必要がある。

4.5.3 実験3の結果

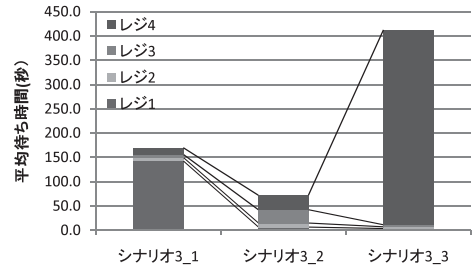
実験3では、表9に時間内に対応した客数をシナリオごとに示し、図13にレジ台数変化による平均待ち時間を示す。シナリオ3_1～3_3で弁当類と飲料類に電子タグを装着した場合には、対応レジを2台設置することで、どちらの客にも少ない待ち時間で対応できる。同様に、シナリオ3_4～3_6で弁当類のみに電子タグを装着した場合とシナリオ3_7～3_9で飲料類のみに電子タグを装着した場合は、それぞれ1台の設置により、電子タグが装着されていない商品を購入する客にも少ない待ち時間で対応することが可能である。

表9 レジ対応人数

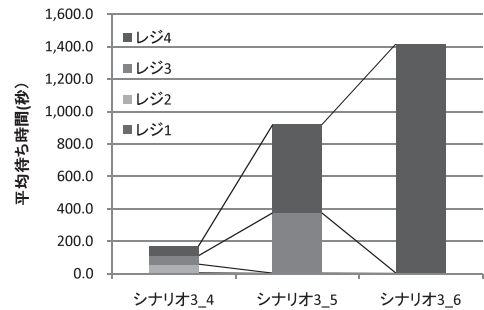
	電子タグ装着商品のみ購入			無装着商品 その他
	弁当類 + 飲料類のみ	弁当類のみ	飲料類のみ	
シナリオ 3_1	227.40	—	—	128.40
シナリオ 3_2	229.20	—	—	129.00
シナリオ 3_3	228.20	—	—	117.40
シナリオ 3_4	—	82.20	—	274.80
シナリオ 3_5	—	81.60	—	234.40
シナリオ 3_6	—	82.00	—	115.40
シナリオ 3_7	—	—	106.60	251.40
シナリオ 3_8	—	—	107.00	230.40
シナリオ 3_9	—	—	106.80	111.80

4.6 考察

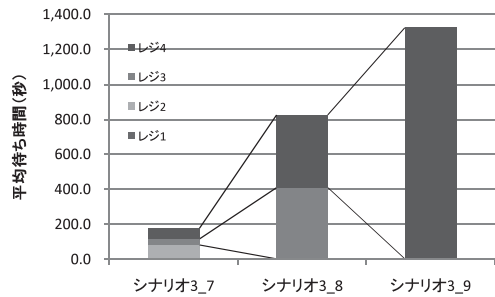
実験1においては、電子タグ導入において対応レジ台数を増加させることで、平均待ち時間が減少すること明らかになった。また、実験に



(a) シナリオ 3_1～3_3 の結果



(b) シナリオ 3_4～3_6 の結果



(c) シナリオ 3_7～3_9 の結果

図13 実験3の結果（平均待ち時間）

より具体的数値を示すことが可能である。特に、実証実験で得られない平均待ち時間の数値を得られることに有効性がある。

実験2では、電子タグを完全に導入することにより、対応可能な客数を明確にすることができ、また平均待ち時間の減少と売上高増の具体的な数値を得られる。本実験の場合、1.6倍の客でも余裕を持って対応可能である。ただし、客が増大するにも限界があり、店内面積や店内フロアの混雑度に影響される。

実験3では、現状では電子タグ導入がさまざまな課題によって進展していないが、一部商品から先行して導入した場合において、その効果を検証することができる。2000商品以上の全商品でなく、主要商品の弁当類や飲料類だけの電子タグ導入でも、効率的なレジ対応ができ、顧客満足を得られる待ち時間減少も可能である。この店舗の場合、単一商品群だけに導入し、レジ1台で対応する場合でも、平均待ち時間全体としては大きな効果が得られることがわかる。

5 今後の課題

コンビニエンスストアにおける電子タグの活用においては、本研究のシナリオで考慮したように電子タグ装着対象商品群の検討や、支払いにおいて携帯電話による支払いを行うという検討もなされている（経済産業省、2007）。本モデルによってさらなる実験として、携帯電話を活用した清算による影響なども検討することが可能である。さらに、商品配置の変更による混雑度の緩和を目的として、シミュレーションモデルを応用することも可能である。また、本実験からレジ業務の稼働率も得られた。その結果、稼働率は大きく減少し、他の業務も兼務できることがわかった。スタッフの業務分析へと応用することも今後の課題とする。

6 結言

本研究では、POSデータを活用したシミュレーションモデル構築の方法を提案した。さらに、電子タグの普及に向けて実証実験が進んでいるが、その後のさらなる分析に、シミュレーションモデルの有効性について、実際の店舗で

実験を行うことにより有効性を示した。

なお、本研究では、小売店を対象として、店舗レベルでの電子タグの導入のメリットについて検証したが、店舗レベルでは検品やレジ業務において、メリットが大きいことは予想できる。一方、導入した場合に、電子タグの装着などの作業が増えるが、それらを担う物流センターでは業務が増加し負担が増加するため、その効果は小売店だけのものになる可能性もある。よって、サプライチェーン全体での検討が必要である。

謝辞

本研究は、(株)ファミリーマートとの共同研究による成果の一部であり、本研究を遂行するにあたり、機会を与えていただいたファミリーマート関係者皆様に深甚なる謝意を表する。

注記

- 1) 電子タグは、無線ICタグ、RFIDなどの呼び方があるが、本論文では電子タグとする。
- 2) 日経コンピュータ (2006)
- 3) ファミリーマートでは、店舗指導員をスーパーバイザー (SV) と呼ぶが、コンビニエンスストアによって異なる。
- 4) 日経情報ストラテジー (2007)
- 5) 日経情報ストラテジー (2007)
- 6) 日経ビジネス (2006)
- 7) 経済産業省 (2006a), pp66-69
- 8) モデルの構築方法については、Kelton et al. (2007) に、そして本研究のモデル詳細内容については、Miwa and Takakuwa (2008) に詳しい。

参考文献

- 石井宏一著(2004)『流通情報革命の切り札「ICタグ」がよくわかる』オーエス出版。
- 國領二郎+日系デジタルコアトレーサビリティ研究会編著 (2004)『デジタルID革命～ICタグとトレーサビリティがもたらす大変革』日本経済新聞社。
- 経済産業省 (2005)『平成16年度電子タグ実証実験の成果について』,
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tag/jisshou2004.htm (2009年9月20日)。
- 経済産業省 (2006a)「平成17年度未来型店舗サービス実現のための電子タグ実証実験報告書 V コンビニエンスストア実証実験」『平成17年度電子タグ実証実験の成果について』,
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tag/file/fuamimahoukokusyo.pdf, (2009年9月20日)。
- 経済産業省 (2006b)「平成17年度エネルギー使用合理化電子タグシステム開発調査事業 (UHF帯電子タグの製造技術及び実装技術の開発)」『響プロジェクト報告書【第1分冊】、【第2分冊】』,
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tag/hibiki1.pdf, http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tag/hibiki2.pdf, (2009年9月20日)。
- 経済産業省 (2007)「平成18年度「電子タグ活用による流通・物流の効率化実証実験」報告書 コンビニ業界、平成18年度流通・物流効率化システム開発調査 (コンビニエンスストアにおけるソースタギングを起点とした電子タグ活用に関する実証実験)」,
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g71120a03j.pdf>, (2009年9月20日)。
- 次世代電子商取引推進協議会 (2008)「電子タグに関する調査研究・三年間のまとめ報告書」,
<http://www.ecom.jp/results/h19seika/h19results-09.pdf>, (2009年9月22日)。

- 次世代電子商取引推進協議会 (2009)「ECにおける電子タグ普及検討に関する活動報告書 2008」,
<http://www.ecom.jp/results/h20seika/H20results-11.pdf>, (2009年9月22日)。
- 田嶋義博 (2001)『インストアマーチャングデザインがわかる⇒できる』ビジネス社。
- 日経コンピュータ (2006)「ファミリーマート／サービス競争に備えIT基盤を構築」『日経コンピュータ 2006年8月21日号』, pp102-107。
- 日経情報ストラテジー (2007)「小部泰博 個店対応は仕組みがなければできない 店舗のノウハウを残せるシステムが必要」『日経情報ストラテジー 2007年01月号』, pp16-19。
- 日経ビジネス (2006)「ICタグの最新動向 レジ待ち時間を大幅に短縮」『日経ビジネス2006年4月3日号』, pp160-163。
- 日本自動認識システム協会「統計調査委員会 活動報告」『平成20年1月—平成20年12月 出荷数量・出荷金額』『日本自動認識システム協会』,
http://www.jaisa.jp/action/committee/toukei/pdfs/2009_rfid.pdf, (2009年9月20日)。
- 流通システム開発センター (財団法人) (2007)『2007～2008 流通システム化の動向』流通システム開発センター。
- 吉岡稔弘 (2004)『絵とき無線ICタグ～広がるRFIDの世界』オーム社。
- Kelton, W. D., R. P. Sadowski, and D. T. Sturrock. (2007) *Simulation with ARENA*. 4th ed. New York: McGraw-Hill. (高桑宗右門監訳 (2008)『シミュレーション～Arenaを活用した総合的アプローチ～第4版』コロナ社。)
- Miwa, K. and Takakuwa, S. (2008), “Simulation Modeling and Analysis for In-Store Merchandizing of Retail Stores with Enhanced Information Technology”, *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*, pp. 1702-1710.